

**PENGARUH VOLTASE DAN JARAK ELEKTRODA
TERHADAP NILAI BOD, COD, pH DAN TSS PADA LIMBAH
CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN METODE
ELEKTROKOAGULASI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD FATHAN AMINOTO

D500150156

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VOLTASE DAN JARAK ELEKTRODA TERHADAP NILAI BOD,
COD, pH DAN TSS PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN METODE
ELEKTROKOAGULASI**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

MUHAMMAD FATHAN AMINOTO

D500150156

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Dr. Akida Mulyaningtyas. S.T., M.Sc.

NIK. 893

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VOLTASE DAN JARAK ELEKTRODA TERHADAP NILAI BOD,
COD, pH DAN TSS PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN METODE
ELEKTROKOAGULASI**

**OLEH
MUHAMMAD FATHAN AMINOTO
D500150156**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 16 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Dr. Akida Mulyaningtyas S.T., M.Sc. (.....)

(Ketua Dewan Penguji)

2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., P.hD. (.....)

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Haryanto, M.S. (.....)

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

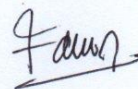
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Juli 2019

Penulis



MUHAMMAD FATHAN AMINOTO

D500150156

PENGARUH VOLTASE DAN JARAK ELEKTRODA TERHADAP NILAI BOD, COD, pH DAN TSS PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Abstrak

Industri tahu menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan pencemar, maka perlu pengolahan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu pengolahannya yaitu dengan elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi adalah proses koagulasi dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia. Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh tegangan dan jarak elektroda terhadap kandungan COD, BOD, pH dan TSS yang terdapat pada limbah cair tahu. Proses elektrokoagulasi ini dilakukan dengan menggunakan variasi tegangan 10, 20, 30 volt dengan waktu konstan 1 jam dan variasi jarak elektroda 2,5 cm; 5 cm; dan 7,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tegangan listrik dan semakin dekat jarak antar elektroda, maka semakin besar pula penurunan kadar COD, BOD, pH dan TSS tersebut. Adapun kondisi optimal terjadi pada tegangan listrik 30 volt dan jarak elektroda 2,5 cm yang menghasilkan kadar COD sebesar 247,61 mg/L dengan efisiensi sebesar 69,05%, BOD sebesar 309,00 mg/L dengan efisiensi sebesar 31,10%, TSS sebesar 560 mg/L dengan efisiensi sebesar 56,25% dan pH naik menjadi 6,7.

Kata kunci : BOD, COD, elektrokoagulasi, limbah cair tahu, pH, TSS.

Abstract

Tofu industries produces liquid waste that contains pollutants. To reduce the contaminant, we need to treat the wastewater before discarding it into the environment. One method of wastewater treatment is electrocoagulation. It is a coagulation process triggered by direct electric current which is through of the electrochemical. The amount of electricity and the electrodes distance will be studied in this research accordance to the concentration of COD, BOD, TSS and the pH in the tofu liquid waste. This electrocoagulation process used the variations voltage of 10, 20, 30 volts, with settle time one hour and variation the range of electrodes to 2.5; 5.0 and 7.5 cm. The research result show that the greater voltage and the nearer distance between electrodes. Increase the reduction concentration of TSS, BOD, COD and the pH. The optimal conditions in this research occurred at voltage of 30 volt and a electrodes distance of 2.5 cm. Result of the concentration COD of 247.61 mg/L with efficiency values is 69.05%, BOD concentration of 309.00 mg/L with efficiency values is 31.10%, TSS concentration of 560 mg/L with efficiency values is 56.25% and the pH values up to be 6.7.

Keywords : BOD, COD, electrocoagulation, pH, tofu wastewater, TSS

1. PENDAHULUAN

Keberadaan industri tahu tidak bisa lepas dari kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Industri tahu juga dapat membantu meningkatkan perekonomian dengan adanya penyerapan tenaga kerja dan pemasukan anggaran bagi daerah tersebut. Namun disamping itu, dari proses produksi tahu menghasilkan limbah yang apabila tidak ditangani dengan baik dapat mencemari lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut berupa limbah cair maupun limbah padat. Maka dari itu perlu adanya penanganan yang efektif dari limbah tersebut dan tidak menimbulkan masalah lain bagi lingkungan.

Pengelolaan limbah cair pada umumnya dengan cara biologi dan kimia yang mana dinilai kurang efektif. Pengelolaan limbah cair secara biologi membutuhkan waktu yang lama untuk mendegradasi senyawa berbahaya, sedangkan pengelolaan secara kimia menimbulkan masalah lain bagi lingkungan. Berdasarkan hal tersebut dipilih metode elektrokoagulasi yang belum banyak diterapkan pada industri-industri tahu. Teknologi elektrokoagulasi belum banyak diterapkan pada industri-industri dikarenakan mahalnya investasi awal untuk membangun instalasi nya dibanding dengan teknologi pengelolaan lainnya (Bambang dkk, 2010). Sedangkan untuk biaya operasionalnya metode ini lebih murah, yaitu untuk pengolahan air buangan 1,000 gal dengan elektrokoagulasi berbiaya \$ 1.69, sedangkan dengan bahan kimia memerlukan biaya sebesar \$ 14.18 (Ngatin dkk, 2010).

Elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi kontinyu dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia, yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dengan menggunakan elektroda logam (Bambang dkk, 2010). Prinsip dasar elektrokoagulasi adalah reaksi redoks, dimana peristiwa oksidasi terjadi di anoda sedangkan reduksi terjadi di katoda. Kation sebagai ion positif bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Hanum, 2015). Kelebihan metode elektrokoagulasi antara lain flok yang dihasilkan sama dengan flok koagulasi biasa, tidak dipengaruhi temperatur, tidak perlu pengaturan pH dan tidak perlu bahan kimia tambahan. Sedangkan

kekurangannya adalah tidak mampu mengolah limbah cair dengan sifat elektrolit yang tinggi karena dapat menyebabkan hubungan singkat antar elektroda dan batangan anoda yang mudah korosi sehingga perlu diganti secara berkala (Wardhani dkk, 2012).

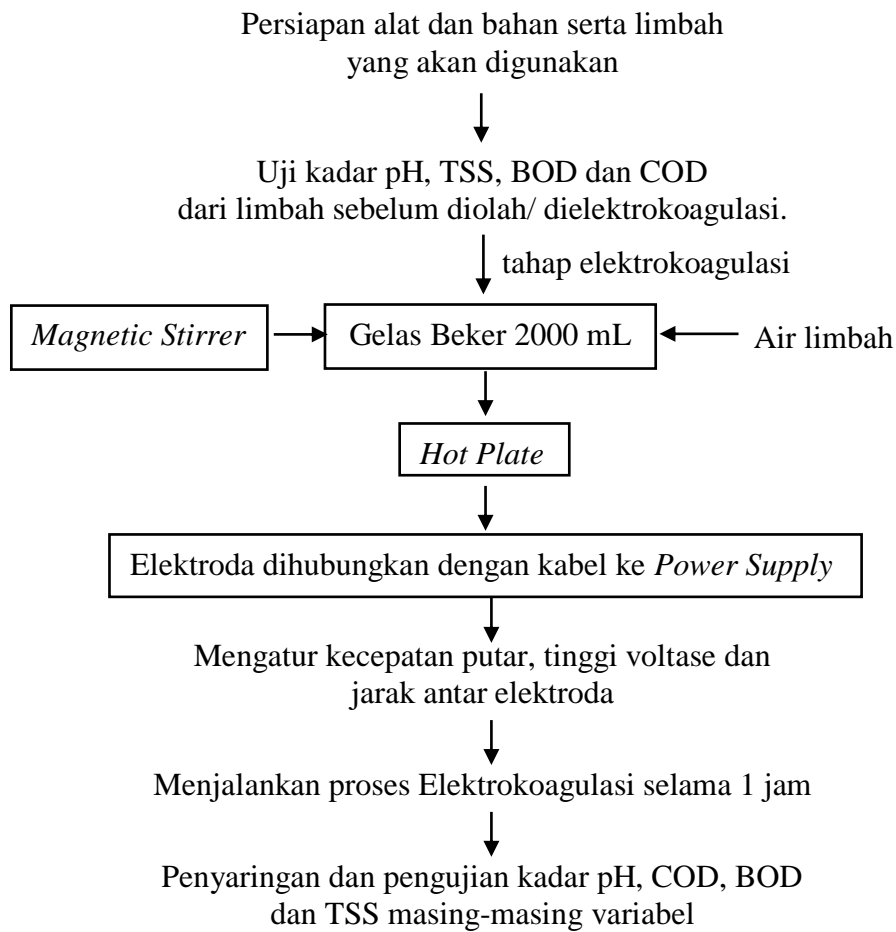
2. METODE

Pengolahan limbah cair industri tahu yang diperoleh dari UKM tahu di daerah Mojosoongo, Surakarta. Penelitian dengan metode elektrokoagulasi ini dilakukan di laboratorium Teknik Kimia FT UMS. Eksperimen dijalankan dengan kondisi dan variabel tetap adalah proses batch, dengan Elektroda : katoda = logam Al dan anoda = logam Fe dengan masing-masing luas permukaan efektif 75 cm², dan susunan elektroda seri. Adapun variabel yang diamati adalah voltase 10, 20, 30 volt dan jarak antar elektroda 2,5; 5,0; 7,5 cm. Berikut merupakan rancangan percobaan dalam penelitian.

Tabel 1. Rancangan percobaan

Jarak Elektroda (cm)	Tegangan listrik (Volt)											
	BOD			COD			pH			TSS		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
2,5	B1	B4	B7	C1	C4	C7	D1	D4	D7	E1	E4	E7
5,0	B2	B5	B8	C2	C5	C8	D2	D5	D8	E2	E5	E8
7,5	B3	B6	B9	C3	C6	C9	D3	D6	D9	E3	E6	E9

Proses *treatment* dilakukan dalam waktu konstan untuk masing-masing variabel 1 jam dan kecepatan rotasi *magnetic stirrer* sebesar 500 rpm. Sampel yang diambil pada tiap-tiap variabel kemudian dianalisis kadar TSS, COD, BOD dan pH. Tahap pelaksanaan penelitian dapat dilihat dalam bentuk bagan alir metodologi penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir proses

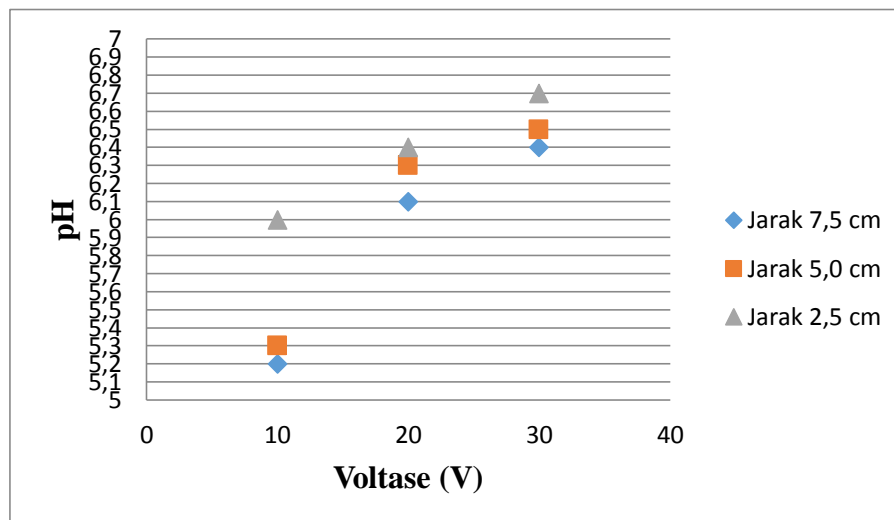
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap penurunan kadar pH

Nilai pH menunjukkan keseimbangan asam-basa dalam air. pH yang terlalu rendah atau limbah yang asam berbahaya bagi lingkungan, karena bersifat korosif. Sedangkan pH yang terlalu tinggi/ terlalu basa juga tidak baik bagi lingkungan. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data penurunan harga pH disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap penurunan pH

Voltase (V)	Jarak elektroda (cm)	pH
10	7,5	5,2
	5,0	5,3
	2,5	6,0
20	7,5	6,1
	5,0	6,3
	2,5	6,4
30	7,5	6,4
	5,0	6,5
	2,5	6,7



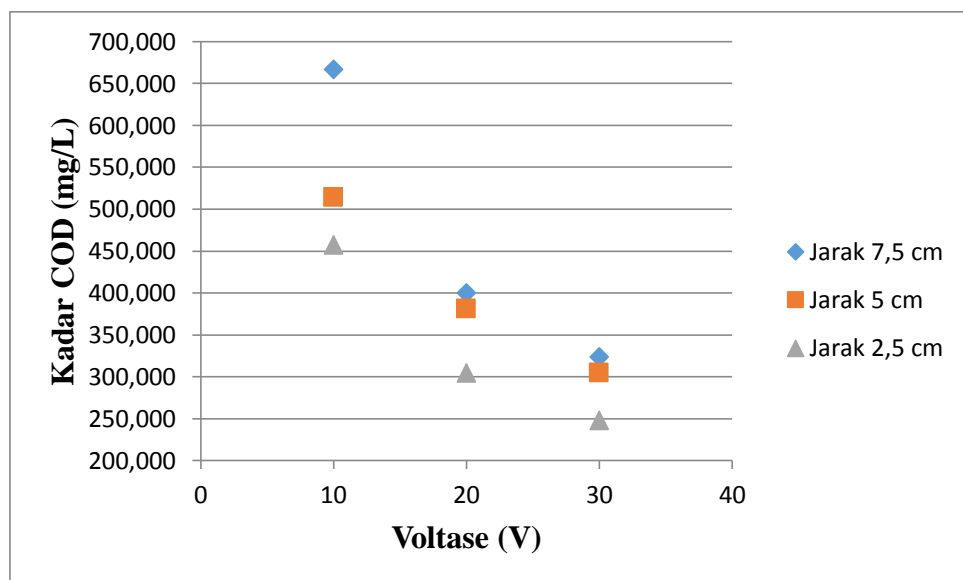
Gambar 2. Pengaruh Voltase dan jarak elektroda terhadap pH

Dari Tabel 2 dan Gambar 2 diatas dapat diketahui bahwa voltase dan jarak elektroda juga mempengaruhi penurunan harga pH. Sebelum dilakukan penelitian pH awal limbah sebesar 4,2, hal ini karena limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi seperti protein dan asam-asam amino. Dari data tersebut maka variabel yang optimal adalah pada jarak elektroda 2,5 cm dan 30 Volt dengan penurunan harga pH sebesar 6,7. Pengolahan yang telah dilakukan telah memenuhi standar baku mutu yang dibolehkan, sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.

3.2 Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap penurunan kadar COD

Tabel 3. Pengaruh jarak elektroda dan voltase terhadap kadar COD

Voltase (V)	Jarak elektroda (cm)	COD (mg/L)
10	7,5	666,67
	5,0	514,29
	2,5	457,14
20	7,5	400,00
	5,0	380,95
	2,5	304,76
30	7,5	323,80
	5,0	304,76
	2,5	247,61



Gambar 3. Pengaruh jarak elektroda dan voltase terhadap kadar COD

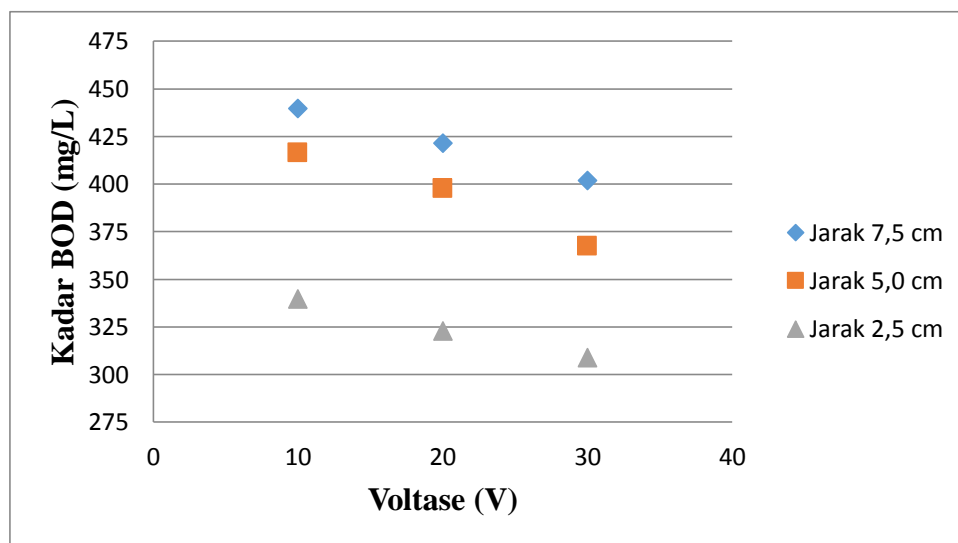
Dari Tabel 3 dan Gambar 3 diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi voltase dan semakin kecil jarak elektroda maka penurunan kadar COD semakin optimal. Hal ini disebabkan adanya tegangan listrik yang mengalirkan arus listrik sehingga mempercepat reaksi elektrokoagulasi. Data awal kadar COD sebelum pengolahan sebesar 800,00 mg/L dan setelah pengolahan penurunan kadar COD sebesar 247,61 mg/L pada jarak elektroda 2,5 cm dan 30 Volt. Sehingga penurunan kadar COD sebesar 69,05%.

Penentuan kadar COD dilakukan dengan cara titrasi permanganometri. Pengolahan tersebut telah sesuai dengan standar baku mutu dan aman jika dibuang ke lingkungan.

3.3 Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap penurunan kadar BOD

Tabel 4. Pengaruh jarak elektroda dan voltase terhadap kadar BOD

Voltase (V)	Jarak elektroda (cm)	BOD (mg/L)
10	7,5	439,88
	5,0	416,62
	2,5	339,75
20	7,5	421,50
	5,0	397,88
	2,5	322,88
30	7,5	402,00
	5,0	367,50
	2,5	309,00



Gambar 4. Pengaruh jarak elektroda dan voltase terhadap kadar BOD

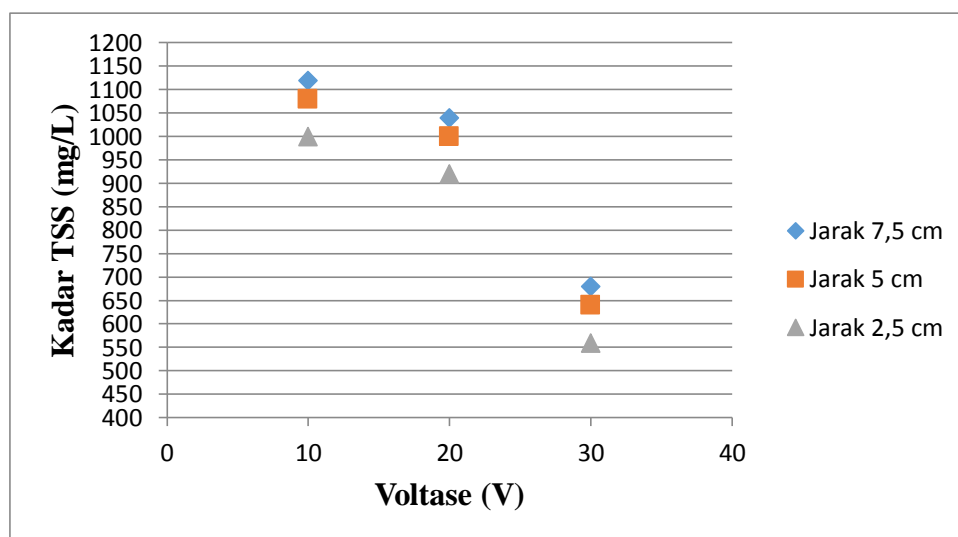
Dari Tabel 4 dan Gambar 4 diatas dapat diketahui bahwa pengolahan yang telah dilakukan mengalami penurunan dari kadar awal sebesar 448,50 mg/L menjadi sebesar 309,00 mg/L pada variabel jarak elektroda 2,5 cm dan 30 Volt. Penurunan kadar BOD pada penelitian ini hanya sebesar 31,10%. Pada pengolahan ini kadar BOD belum mencapai standar baku mutu yang

dibolehkan yaitu dengan maksimal 150 mg/L. Penurunan kadar BOD tidak terlalu signifikan, dikarenakan batas antara treatment limbah dan pengujian kadar BOD atau lama penyimpanan sampel berdasarkan SNI 6989.72:2009 tidak boleh lebih dari 2 jam atau jika lebih dari 2 jam maka disimpan di pendingin dengan suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$. Sedangkan dalam penelitian ini sampel setelah *treatment* disimpan lebih dari 2 jam dan penyimpanannya tidak dalam kondisi suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$ dikarenakan keterbatasan fasilitas. Sehingga menurut kami ini variabel yang mengganggu dalam proses pengolahan dan mengakibatkan hasil tidak sesuai harapan.

3.4 Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap penurunan kadar TSS

Tabel 5. Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap kadar TSS

Voltase (V)	Jarak elektroda (cm)	TSS (mg/L)
10	7,5	1120
	5,0	1080
	2,5	1000
20	7,5	1040
	5,0	1000
	2,5	920
30	7,5	680
	5,0	640
	2,5	560



Gambar 5. Pengaruh jarak elektroda terhadap kadar TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan suatu pengukuran jumlah mg/L padatan yang tidak terlarut atau tersuspensi dan biasanya terdapat sebagai padatan berpasir atau lumpur. Padatan terlarut pada proses TSS ini berupa padatan suspensi dan koloid yang terkandung pada proses TSS. Sehingga dilakukan proses penyaringan air limbah. Pada penelitian ini diperoleh massa awal TSS adalah 1.280 mg/L dan terjadi penurunan setelah proses pengolahan menjadi 560 mg/L pada kondisi jarak elektroda 2,5 cm dan tegangan 30 V. Penurunan kadar TSS pada penelitian ini hanya sebesar 56,25% dan belum mencapai baku mutu yang diizinkan, hal ini dikarenakan kemungkinan ketika proses penyaringan hasil elektrolisis, terdapat flok-flok yang terikut. Sehingga untuk penentuan kadar TSS, sampel limbah setelah elektrolisis perlu diendapkan dengan waktu yang lama untuk memisahkan padatan tersuspensi dengan air.

4. PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

- 1) Terdapat pengaruh variasi voltase dan jarak elektroda terhadap penurunan kadar pH, COD, BOD dan TSS pada limbah cair industri tahu. Semakin tinggi voltase dan semakin dekat jarak antar elektroda maka akan semakin baik proses penurunan kandungan parameter pencemar.
- 2) Dari uji statistik untuk analisa korelasi antar data didapatkan bahwa nilai R masing-masing variabel uji mendekati 1, artinya korelasi antar datanya kuat. Nilai R masing-masing variabel pengujian hubungan antara voltase dan jarak elektroda terhadap pH, COD, BOD dan TSS berturut-turut adalah 0,936; 0,947; 0,970; dan 0,941.
- 3) Penggunaan elektroda Al-Fe cukup efektif untuk menurunkan kadar COD, BOD, TSS dan menetralkan pH limbah cair industri tahu.
- 4) Pengolahan limbah dengan variasi voltase 30 V dan jarak elektroda 2,5 cm dapat menurunkan kadar COD = 69,05%, BOD = 31,10%, TSS = 56,25% dan menetralkan pH dari 4,2 menjadi 6,7.

4.2 SARAN

- 1) Pengolahan limbah pada penelitian ini dengan kondisi batch pada variasi voltase dan jarak elektroda, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan skala yang besar atau dengan cara kontinyu dan variasi variabel lainnya untuk mengetahui efektifitas uji pada elektrokoagulasi.
- 2) Perlu penggunaan alat dengan ketelitian tinggi dan sesuai SNI.
- 3) Dilakukan penambahan uji parameter lain pada kandungan air limbah industri tahu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Hari P. dan Mining Harsanti. (2010) 'Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi Dengan Sel Al-Al', Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, Universitas Jendral Achmad Yani, Yogyakarta.
- Hanum, F. (2015) 'Aplikasi elektrokoagulasi dalam pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit', *Teknik Kimia USU, Medan*. 4 (4): 13–17.
- Ngatin, A., Sarungu, Y. T. and Gozali, M. (2010) 'Pengaruh Pasangan Elektroda Terhadap Proses Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Air Buangan Industri Tekstil', *Jurnal Refrigerasi, Tata Udara dan Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung*. 4 (1): 421.
- Wardhani, E., Dirgawati, M. dan Valyana, K. P. (2012) 'Penerapan Metode Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit', *Penelitian Masalah Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*.